

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-309914

(43)Date of publication of application : 24.11.1998

(51)Int.Cl.

B60C 23/02

B60C 23/06

B60R 16/02

(21)Application number : 09-120998

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
PACIFIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 12.05.1997

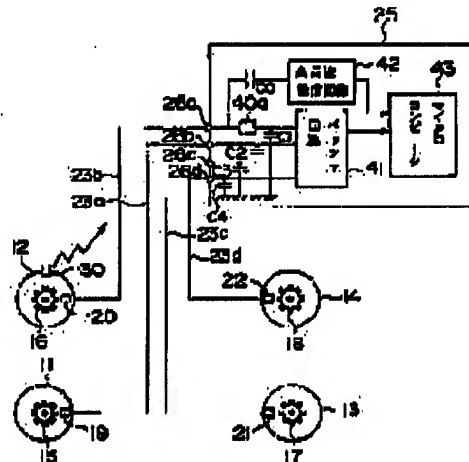
(72)Inventor : IWASAKI KATSUHIKO
KATO MIOHIYA
SAWAFUJI KAZUNORI

(54) TIRE AIR PRESSURE DETECTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To dispense with the setting of a receiver near a wheel by using a signal wiring for wheel speed as an antenna for receiving a transmission signal of tire air pressure.

SOLUTION: Rotors 15-18 are provided on respective rotating shafts of lateral front wheels 11, 12 and lateral rear wheels 13, 14, respectively, and electromagnetic pickups as wheel speed sensors 19-22 are provided in opposition to the respective teeth of the rotors 15-18. The wheel speed sensors 19-22 as each wheel speed detecting means are connected to terminals 26a-26d of an electronic control circuit(ECU) 25 by wire harnesses(wirings) 23a-23d. A tire pneumatic sensor 30 as transmitting means is provided on the tire inner part of the right front wheel 12. The pneumatic sensor 30 detects the tire air pressure by a pneumatic gauge, codes the value, and supplies it to a transmitting circuit, wherein the carrier wave is modulated and then transmitted as a transmission signal from an antenna.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3370899

[Date of registration] 15.11.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 15.11.2005

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-309914

(43) 公開日 平成10年(1998)11月24日

(51) Int.Cl.⁸
B 6 0 C 23/02

識別記号

F I
B 6 0 C 23/02

R
B

23/06
B 6 0 R 16/02

6 2 0

23/06
B 6 0 R 16/02

6 2 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-120998

(22) 出願日 平成9年(1997)5月12日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000204033

太平洋工業株式会社
岐阜県大垣市久徳町100番地

(72) 発明者 岩崎 克彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 加藤 道哉

岐阜県安八郡神戸町1300-1 太平洋工業株式会社北大垣工場内

(74) 代理人 弁理士 伊東 忠彦

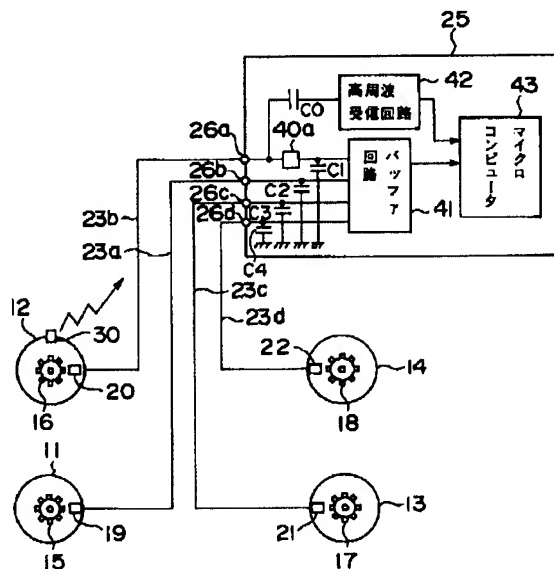
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タイヤ空気圧検出装置

(57) 【要約】

【課題】 従来装置では、車体側の車輪近傍に受信器を設けなければならず車両搭載性が悪いという問題があった。

【解決手段】 車輪速検出手段よりの全輪の車輪速と、受信手段で得た送信手段よりのタイヤ空気圧とを用いて全輪のタイヤ空気圧状態を判定する判定手段とを有するタイヤ空気圧検出装置において、車輪速検出手段で検出した車輪速を判定手段に供給する信号配線をアンテナとして発信信号を受信すると共に、信号配線から受信された発信信号を取り出して受信手段に供給する抽出手段を有する。このように、タイヤ空気圧の発信信号は車輪速の信号配線をアンテナとして受信され、この信号配線を通して受信手段に供給されるため、車体側の車輪近傍に受信器を配設する必要がなく、車両搭載性が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両の全輪に設けられ各車輪の車輪速を検出する車輪速検出手段と、
少なくとも1つの車輪に設けられ、そのタイヤ空気圧を検出し、タイヤ空気圧の発信信号を送信する送信手段と、
受信された前記発信信号からタイヤ空気圧を得る受信手段と、
前記車輪速検出手段よりの全輪の車輪速と、受信手段よりのタイヤ空気圧とを用いて全輪のタイヤ空気圧状態を判定する判定手段とを有するタイヤ空気圧検出装置において、
前記車輪速検出手段で検出した車輪速を前記判定手段に供給する信号配線をアンテナとして前記発信信号を受信すると共に、
前記信号配線から前記受信された発信信号を取り出して前記受信手段に供給する抽出手段を有することを特徴とするタイヤ空気圧検出装置。

【請求項2】 請求項1記載のタイヤ空気圧検出装置において、
前記抽出手段を、全輪の車輪速検出手段夫々の信号配線に設けたことを特徴とするタイヤ空気圧検出装置。

【請求項3】 請求項2記載のタイヤ空気圧検出装置において、
前記全輪の信号配線夫々に設けられた抽出手段のうちいずれか1つの抽出手段の出力する発信信号を選択して前記受信手段に供給する選択手段を有することを特徴とするタイヤ空気圧検出装置。

【請求項4】 請求項1乃至3記載のタイヤ空気圧検出装置において、
前記送信手段に設けられ、受信した高周波電力を受信して電源を蓄える高周波電力受信手段と、
前記信号配線をアンテナとして所定期間に前記送信手段に高周波電力を送信する高周波電力送信手段とを有することを特徴とするタイヤ空気圧検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はタイヤ空気圧検出装置に関し、全輪の車輪速と少なくとも1輪のタイヤ空気圧から全輪のタイヤ空気圧を検出する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、車両の全輪の車輪速と少なくとも1輪のタイヤ空気圧を検出して、全輪のタイヤ空気圧を推定する装置がある。例えば特開平7-52621号公報には、車両の4輪の車輪速を夫々検出する車輪速センサからの検出信号と、車輪のタイヤ空気圧を検出する空気圧センサからの検出信号とをコントロールユニットに供給し、4輪の車輪速を求め、空気圧センサの発信器が設けられた車輪の車輪速を基準車輪速として、残りの車輪速の基準車輪速に対する車輪速比の変化からタイ

ヤ空気圧の低下を検知する。これにより、各輪のタイヤ空気圧低下、左右の前輪や後輪のタイヤ空気圧の同時低下、左側や右側の前後輪のタイヤ空気圧の同時低下等を検知している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来装置では、タイヤ空気圧の検出信号を発信器から発信し、この車輪の近傍の車体に設置された受信部で上記発信器よりの信号を受信している。このように車体側の車輪近傍に受信器を設けなければならず車両搭載性が悪いという問題があった。

【0004】 本発明は上記の点に鑑みなされたもので、車輪速の信号配線をタイヤ空気圧の発信信号を受信するアンテナとして使用することにより、車体側の車輪近傍に受信器を配設する必要がなく車両搭載性が向上するタイヤ空気圧検出装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の発明は、車両の全輪に設けられ各車輪の車輪速を検出する車輪速検出手段と、少なくとも1つの車輪に設けられ、そのタイヤ空気圧を検出し、タイヤ空気圧の発信信号を送信する送信手段と、受信された前記発信信号からタイヤ空気圧を得る受信手段と、前記車輪速検出手段よりの全輪の車輪速と、受信手段よりのタイヤ空気圧とを用いて全輪のタイヤ空気圧状態を判定する判定手段とを有するタイヤ空気圧検出装置において、前記車輪速検出手段で検出した車輪速を前記判定手段に供給する信号配線をアンテナとして前記発信信号を受信すると共に、前記信号配線から前記受信された発信信号を取り出して前記受信手段に供給する抽出手段を有する。

【0006】 このように、タイヤ空気圧の発信信号は車輪速の信号配線をアンテナとして受信され、この信号配線を通して受信手段に供給されるため、車体側の車輪近傍に受信器を配設する必要がなく、車両搭載性が向上する。請求項2に記載の発明は、請求項1記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記抽出手段を、全輪の車輪速検出手段夫々の信号配線に設ける。

【0007】 これにより、車輪のローテーションを行って、送信手段を設けた車輪がどの位置になっても、上記タイヤ空気圧の発信信号を受信できる。請求項3に記載の発明は、請求項2記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記全輪の信号配線夫々に設けられた抽出手段のうちいずれか1つの抽出手段の出力する発信信号を選択して前記受信手段に供給する選択手段を有する。

【0008】 このため、送信手段を設けた車輪がどの位置であっても、タイヤ空気圧の発信信号を受信できると共に、その位置が自動的に認識可能となる。請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記送信手段に設けられ、受信した高周波電力を受信して電源を蓄える高周波電力受信手段と、

前記信号配線をアンテナとして所定期間に前記送信手段に高周波電力を送信する高周波電力送信手段とを有する。

【0009】このため、送信手段に対して、その電源をワイヤレスで供給でき、送信手段を半永久的に使用できる。

【0010】

【発明の実施の形態】図1は本発明装置の第1実施例の構成図を示す。同図中、左右前輪11、12及び左右後輪13、14夫々には夫々の回転軸にロータ15~18が設けられ、またロータ15~18夫々の歯に対向して車輪速センサ19~22としての電磁ピックアップ夫々が設けられている。各車輪速検出手段としての車輪速センサ19~22はワイヤハーネス（配線）23a~23dによって電子制御回路（以下、ECUという）25の端子26a~26dに接続されている。また右前輪12のタイヤ内部には送信手段としてのワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が設けられている。

【0011】図2はワイヤレスタイヤ空気圧センサ30のブロック図を示す。同図中、空気圧ゲージ31はタイヤ空気圧を検出して、その検出値をコード化部32に供給する。コード化部32ではタイヤ空気圧検出値を所定のコードに変換して送信回路33に供給する。送信回路33は供給されるコードで搬送波を周波数変調し、周波数が例えば300MHz又は60MHz程度の送信信号とし、これをアンテナ34から送信する。

【0012】図3は送信信号の情報フレームフォーマットを示す。同図中、先頭に同期用のスタートビットが設けられ、次にワイヤレスタイヤ空気圧センサを識別するためのID符号が設けられている。次に検出情報としてタイヤ空気圧検出値のコードが配置され、続いてセンサ異常を検出して車両側に伝達するダイアグ情報及び、センサ交換時に異なるセンサが使われた場合にそのことを車両側で認識するためのバリエーション符号が配置される。そして最後に同期用のストップビットが設けられている。上記の1フレームの送信時間はTである。なお、ダイアグ情報、バリエーション符号は必ずしも必要ではない。

【0013】直流電源35は例えばリチウム電池を用いたもので、電源制御部36はこの直流電源35からの電源を安定化して空気圧ゲージ31、コード化部32、送信回路33夫々に供給する。ワイヤレスタイヤ空気圧セ

$$S = n \cdot Q \cdot k = (P_{fr} - P_{fl}) - (P_{rr} - P_{rl}) \\ = (\Delta f_r - \Delta f_l) - (\Delta r_r - \Delta r_l) \cdots (1)$$

4輪夫々のタイヤ空気圧が正常で各輪のタイヤ半径が略同一であれば

$$\Delta f_r - \Delta f_l \approx 0$$

$$\Delta r_r - \Delta r_l \approx 0$$

となり、 $S \approx 0$ となる。また、例えば前輪の左右いずれかがパンクして、そのタイヤ半径が小さくなれば

ンサ30から送信された信号は距離的に近い右前輪12の車輪速センサ20のワイヤハーネス23bで受信されECU25に供給される。ECU25は例えば車輪速センサ19~22の各信号を使用するアンチロックブレーキシステム（ABS）の制御を行っている。

【0014】ECU25の端子26aはインピーダンス調整回路40aを介してバッファ回路41に接続されると共に、結合容量C0を介して高周波受信回路42に接続されている。また、端子26b~26d夫々はバッファ回路41に接続され、バッファ回路41の車輪速信号の入力端子はノイズ除去用の容量C1~C4を介して接地されている。

【0015】インピーダンス調整回路40aはワイヤハーネス23bのインピーダンスを調整してワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の送信信号を受信しやすくしており、また、この受信信号がバッファ回路41側に流れることを抑止する。このため、上記受信信号は結合容量C0を通して高周波受信回路42に供給される。このインピーダンス調整回路40aと結合容量C0が抽出手段に対応する。高周波受信回路42はワイヤレスタイヤ空気圧センサの送信周波数を同調し、これを中間周波数に変換して増幅した後、検波することによりタイヤ空気圧検出値のコードを復調する。この復調されたコードは1チップのマイクロコンピュータ43に供給される。

【0016】また、バッファ回路41は端子26a~26d夫々から供給される車輪速センサ19~22夫々の回転検出パルスを波形整形してマイクロコンピュータ43に供給する。マイクロコンピュータ43で行う処理について説明するに、車輪速センサ19~22夫々で検出された本発明の原理について説明する。4輪夫々の車輪速パルスのカウント値を P_{fl} 、 P_{fr} 、 P_{rl} 、 P_{rr} とする。ここで所定値Qを用いると次式が成立する。

$$【0017】P_{fr} = n \cdot Q + \Delta f_r$$

$$P_{fl} = n \cdot Q + \Delta f_l$$

$$P_{rr} = n \cdot Q + \Delta r_r$$

$$P_{rl} = n \cdot Q + \Delta r_l$$

但し、nは整数、 Δf_r 、 Δf_l 、 Δr_r 、 Δr_l 夫々はカウント値の偏差（積算偏差）である。ここで、前輪の左右差と、後輪の左右差との偏差Sは動荷重半径比kと等価、つまり近似値であり次式で表わされる。

【0018】

$$\Delta f_r - \Delta f_l = a$$

$$\Delta r_r - \Delta r_l = 0$$

となり、 $S = a$ （ $\neq 0$ ）となる。また4輪がすべて正常圧ならば、 Δf_r 、 Δf_l 、 Δr_r 、 Δr_l 夫々は零近傍の値となる。

【0019】図4はマイクロコンピュータ43が実行す

る判定手段としてのタイヤ空気圧警報処理のフローチャートを示す。この処理は、例えば6msec毎に割込んで実行される割込み処理である。同図中、ステップS10ではサイクルカウンタの値が所定値 n (n は例えば16)未滿か否かを判別し、サイクルカウンタ $<n$ の場合はステップS12に進む。なお、上記サイクルカウンタはメインルーチンの開始時にゼロリセットされている。ステップS12ではパルスカウンタ pfr の値が所定値 Q 未滿か否かを判別し、 $pfr < Q$ の場合はステップS14に進む。

【0020】ところで、カウンタ pfr は右前輪の車輪速パルスを積算カウントする15ビットのカウンタであり、同様に15ビットのカウンタ pfl , prr , prl 夫々で左前輪、右後輪、左後輪夫々の車輪速パルスを積算カウントする。所定値 Q は例えば30000である。ステップS14では前回の処理後に発生した右前輪、左前輪、右後輪、左後輪夫々の車輪速パルスをカウントしたカウンタ nfr , nfl , nrr , nrl 夫々の値を次式によりカウンタ pfr , pfl , prr , prl 夫々に積算する。

【0021】 $pfr = pfr + nfr$
 $pfl = pfl + nfl$
 $prr = prr + nrr$
 $prl = prl + nrl$

この積算後、ステップS16で、カウンタ nfr , nfl , nrr , nrl 夫々はゼロリセットされて処理サイクルを終了する。

【0022】ステップS10～S16を繰り返した後、ステップS12で $pfr \geq Q$ となった場合はステップS18に進む。ここでは他のカウンタ pfl , prr , prl 夫々の値も Q 近傍であり、ステップS18では次式により pfr , pfl , prr , prl 夫々と Q との偏差 Δfr , Δfl , Δrr , Δrl を積算する。

$\Delta fr = \Delta fr + (pfr - Q)$
 $\Delta fl = \Delta fl + (pfl - Q)$
 $\Delta rr = \Delta rr + (prr - Q)$
 $\Delta rl = \Delta rl + (prl - Q)$

次に、ステップS20でサイクルカウンタを1だけインクリメントし、カウンタ pfr , pfl , prr , prl 夫々をゼロリセットして処理サイクルを終了する。このステップS18, S20を n 回繰り返した後、ステップS10でサイクルカウンタ $\geq n$ となる、つまり右前輪の車輪速パルスが480000パルスを超えると、ステップS22に進む。

【0023】ステップS22では判定フラグ $judge$ を0にリセットし、次のステップS24で4輪の積算偏差から動荷重半径比 $(\Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl)$ を求め、これが閾値 K を超えるか否かを判別する。 $K < \Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl$ の場合はステップS26で判定フラグ $judge$ を1にセットしてステッ

プS28に進み、 $K \geq \Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl$ の場合はそのままステップS28に進む。

【0024】ステップS28では4輪の積算偏差から動荷重半径比 $(\Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl)$ を求め、これが閾値 $-K$ 未滿か否かを判別する。 $-K > \Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl$ の場合はステップS30で判定フラグ $judge$ を1にセットしてステップS32に進み、 $-K \leq \Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl$ の場合はそのままステップS32に進む。

【0025】ステップS32では判定フラグ $judge$ が1か否かを判別し、 $judge = 1$ の場合はステップS34に進んで警報処理を実行し、図示しない警報器より空気圧低下警報を発してステップS36に進む。 $judge \neq 1$ の場合はそのままステップS36に進む。つまり動荷重半径比 $(\Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl)$ が K から $-K$ までの範囲にあるときは4輪夫々の車輪速が略同一であるため空気圧低下のおそれはないとして空気圧低下警報を出さず、上記動荷重半径比が K を超えるか、又は $-K$ 未滿の場合はいずれかの車輪のタイヤ空気圧が低下してタイヤ半径が小さくなって車輪速パルスが他の車輪より多く出力されているとして空気圧低下警報を発する。

【0026】ステップS36では、積算偏差 Δfr , Δfl , Δrr , Δrl 夫々をゼロリセットし、次にステップS38でサイクルカウンタをゼロリセットし、またカウンタ pfr , pfl , prr , prl 夫々をゼロリセットして処理サイクルを終了する。ここで、左前輪(fr)又は左後輪(rl)の空気圧が低下したとき動荷重半径比 $(\Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl)$ は正となり、左前輪(fl)又は右後輪(rr)の空気圧が低下したとき動荷重半径比は負となる。このことに基づき、また、ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が右前輪に取り付けられているとしたときの警報処理のフローチャートを図5に示す。

【0027】図5において、ステップS40ではワイヤレスタイヤ空気圧センサ30で得た右前輪の空気圧 $SPfr$ が正常か否かを判別する。 $SPfr$ が正常でなければステップS42に進み、空気圧低下は右前輪と推定し、ステップS44で警報を行って処理を終了する。 $SPfr$ が正常な場合はステップS46で動荷重半径比 $\Delta fr - \Delta fl - \Delta rr + \Delta rl$ が正か否かを判別し、動荷重半径比が正であればステップS48に進み、空気圧低下は左後輪と推定しステップS44で警報を行う。

【0028】一方、ステップS46で動荷重半径比が負の場合はステップS50で $\Delta rr < \Delta fl$ を満足するか否かを判別し、 $\Delta rr < \Delta fl$ の場合はステップS52に進んで空気圧低下は左前輪と推定しステップS44で警報を行う。 $\Delta rr > \Delta fl$ の場合はステップS54に進んで空気圧低下は右後輪と推定しステップS44で警報を行う。

【0029】この実施例ではワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の発信信号を、このセンサ30が設けられた車輪12の車輪速センサ20を接続しているワイヤハーネス23bで受信している。この発信信号は例えば周波数300MHzと車輪速センサの出力する車輪速パルスに対して十分に高い周波数であり、両信号を周波数分離するのは簡単である。車輪速センサ及びワイヤハーネスはABS等の他システムで既に使用されているため、上記ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の発信信号を受信するアンテナを車輪の近傍に設ける必要がなく、また、アンテナからECU25までの配線を設ける必要なくなる。

【0030】図6は本発明装置の第2実施例の構成図を示す。同図中、左右前輪11、12及び左右後輪13、14夫々には夫々の回転軸にロータ15～18が設けられ、またロータ15～18夫々の歯に対向して車輪速センサ19～22としての電磁ピックアップ夫々が設けられている。各車輪速センサ19～22はワイヤハーネス23a～23dによってECU45の端子26a～26dに接続されている。また前輪12のタイヤ内部にはワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が設けられている。

【0031】ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30から送信された信号は距離的に最も近い車輪の車輪速センサのワイヤハーネスで受信されECU45に供給される。ECU45は例えば車輪速センサ19～22の各信号を使用するアンチロックブレーキシステム(ABS)の制御を行っている。ECU45の端子26a～26d夫々はインピーダンス調整回路40a～40dを介してバッファ回路41に接続されると共に、結合容量C01～C04を介して高周波受信回路42に接続されている。また、バッファ回路41の車輪速信号の入力端子はノイズ除去用の容量C1～C4を介して接地されている。

【0032】インピーダンス調整回路40a～40dはワイヤハーネス23a～23dのインピーダンスを調整してワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の送信信号を受信しやすくしており、また、この受信信号がバッファ回路41側に流れることを抑止する。このため、上記受信信号は結合容量C01～C04夫々を通して高周波受信回路42に供給される。このインピーダンス調整回路40a～40dと結合容量C01～C04が抽出手段に対応する。高周波受信回路42はワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の送信周波数を同調し、これを中間周波数に変換して増幅した後、検波することによりタイヤ空気圧検出値のコードを復調する。この復調されたコードは1チップのマイクロコンピュータ43に供給される。

【0033】また、バッファ回路41は端子26a～26d夫々から供給される車輪速センサ19～22夫々の回転検出パルスを波形整形してマイクロコンピュータ43に供給する。第1実施例ではワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の発信信号を車輪速パルスと周波数分離する

ためのインピーダンス調整回路40aと結合容量C0とをワイヤハーネス23bに対してのみ設けているため、車輪をローテーションさせた場合には、ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30による検出ができなくなる。

【0034】これに対し、第2実施例では各ワイヤハーネス23a～23d夫々に対してインピーダンス調整回路40a～40dと結合容量C01～C04を設けているため、車輪のローテーションでワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が設けられた車輪を左右前後輪のどの位置に配置することも可能となる。図7は本発明装置の第3実施例の構成図を示す。同図中、左右前輪11、12及び左右後輪13、14夫々には夫々の回転軸にロータ15～18が設けられ、またロータ15～18夫々の歯に対向して車輪速センサ19～22としての電磁ピックアップ夫々が設けられている。各車輪速センサ19～22はワイヤハーネス23a～23dによってECU47の端子26a～26dに接続されている。また前輪12のタイヤ内部にはワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が設けられている。

【0035】ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30から送信された信号は距離的に最も近い車輪の車輪速センサのワイヤハーネスで受信されECU47に供給される。ECU47は例えば車輪速センサ19～22の各信号を使用するアンチロックブレーキシステム(ABS)の制御を行っている。ECU47の端子26a～26d夫々はインピーダンス調整回路40a～40dを介してバッファ回路41に接続されると共に、結合容量C01～C04を介して高周波受信回路42に接続されている。また、バッファ回路41の車輪速信号の入力端子はノイズ除去用の容量C1～C4を介して接地されている。

【0036】インピーダンス調整回路40a～40dはワイヤハーネス23a～23dのインピーダンスを調整してワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の送信信号を受信しやすくしており、また、この受信信号がバッファ回路41側に流れることを抑止する。このため、上記受信信号は結合容量C01～C04夫々を通して選択手段であるマルチプレクサ48に供給され、マルチプレクサ48で選択された結合容量C01～C04のいずれか1つを通った受信信号が高周波受信回路42に供給される。高周波受信回路42はワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の送信周波数を同調し、これを中間周波数に変換して増幅した後、検波することによりタイヤ空気圧検出値のコードを復調する。この復調されたコードは1チップのマイクロコンピュータ43に供給される。

【0037】また、バッファ41は端子26a～26d夫々から供給される車輪速センサ19～22夫々の回転検出パルスを波形整形してマイクロコンピュータ43に供給する。ここで、ワイヤレスタイヤ空気圧センサ30は消費電力を抑え寿命を延ばすために、例えば数時間毎に図8(B)に示すように8フレーム連続して発信信号

を出力する。この8フレームの内容は全て同一である。また、マイクロコンピュータ43はマルチプレクサ48に制御信号を供給して、図8(A)に示すように接続選択する結合容量C01~C04を時間 $2 \cdot T$ 単位で切り換える。図中の1ch~4chは結合容量C01~C04に対応している。これにより、マイクロコンピュータ43では高周波受信回路42の出力レベルが最大となる時、接続選択している結合容量を通じて発信信号が供給されていることを知り得、その後、イグニッションオフとなるまで発信信号が受信されたワイヤハーネスを選択するようマルチプレクサ48の切り換えを停止させる。

【0038】第2実施例ではローテーション後、4輪のうち、どの車輪にワイヤレスタイヤ空気圧センサ30が設けられているのか自動的に認識することはできないが、第3実施例ではこれを自動的に認識できる。図9は本発明装置の第4実施例の構成図を示す。同図中、左右前輪11、12及び左右後輪13、14夫々には夫々の回転軸にロータ15~18が設けられ、またロータ15~18夫々の歯に対向して車輪速センサ19~22としての電磁ピックアップ夫々が設けられている。車輪速センサ19~22はワイヤハーネス配線23a~23dによってECU49の端子26a~26dに接続されている。また前輪12のタイヤ内部には送信手段としてのワイヤレスタイヤ空気圧センサ50が設けられている。

【0039】図10はワイヤレスタイヤ空気圧センサ50のブロック図を示す。同図中、空気圧ゲージ31はタイヤ空気圧を検出して、その検出値をコード化部32に供給する。コード化部32ではタイヤ空気圧検出値を所定のコードに変換して送信回路33に供給する。送信回路33は供給されるコードで搬送波を変調し、周波数が例えば300MHz又は60MHz程度の送信信号とし、これをアンテナ34から送信する。アンテナ51はECU49より送信された高周波電力を受信する。この高周波電力は受信検波回路52で検波され、これによって得られる電力は電源制御部53に内蔵されるバッテリーに蓄えられる。電源制御部53は内蔵バッテリーからの電源を安定化して空気圧ゲージ31、コード化部32、送信回路33夫々に供給する。上記のアンテナ51、受信検波回路52が高周波電力受信手段に対応する。

【0040】ワイヤレスタイヤ空気圧センサ50から送信された信号は距離的に最も近い車輪の車輪速センサのワイヤハーネスで受信されECU49に供給される。ECU49は例えば車輪速センサ19~22の各信号を使用するアンチロックブレーキシステム(ABS)の制御を行っている。ECU49の端子26a~26d夫々はインピーダンス調整回路40a~40dを介してバッファ回路41に接続されると共に、結合容量C01~C04を介して高周波受信回路42に接続されている。ま

た、バッファ回路41の車輪速信号の入力端子はノイズ除去用の容量C1~C4を介して接地されている。

【0041】インピーダンス調整回路40a~40dはワイヤハーネス23a~23dのインピーダンスを調整してワイヤレスタイヤ空気圧センサ50の送信信号を受信しやすくしており、また、この受信信号がバッファ回路41側に流れることを抑止する。このため、上記受信信号は結合容量C01~C04夫々を通してマルチプレクサ48に供給され、マルチプレクサ48で選択された結合容量C01~C04のいずれか1つを通った受信信号がスイッチ55を通して高周波受信回路42に供給される。

【0042】高周波受信回路42はワイヤレスタイヤ空気圧センサ50の送信周波数を同調し、これを中間周波数に変換して増幅した後、検波することによりタイヤ空気圧検出値のコードを復調する。この復調されたコードは1チップのマイクロコンピュータ43に供給される。また、バッファ41は端子26a~26d夫々から供給される車輪速センサ19~22夫々の回転検出パルスを波形整形してマイクロコンピュータ43に供給する。

【0043】マイクロコンピュータ43はスイッチ55に高周波受信回路42を選択させた状態でマルチプレクサ48に制御信号を供給して、接続選択する結合容量C01~C04を時間 $2 \cdot T$ 単位で切り換える。これにより、マイクロコンピュータ43では高周波受信回路42の出力レベルが最大となる時、接続選択している結合容量を通じて発信信号が供給されていることを知り得、その後、イグニッションオフとなるまで発信信号が受信されたワイヤハーネスを選択するようマルチプレクサ48の切り換えを停止させる。

【0044】スイッチ55はマイクロコンピュータ43の制御により高周波受信回路42と高周波電力送信手段としての高周波電力送信回路56とのいずれか一方を選択してマルチプレクサ48に接続する。スイッチ55で高周波電力送信回路56が選択されると、高周波電力送信回路56の出力する高周波電力がマルチプレクサ48の選択している結合容量を通してワイヤレスタイヤ空気圧センサ50の設けられた車輪に対応するワイヤハーネスに供給され、このワイヤハーネスからワイヤレスタイヤ空気圧センサ50に対して送信され電源制御部53内のバッテリーに電力が蓄えられる。

【0045】この第4実施例ではワイヤレスタイヤ空気圧センサ50の電源を外部から高周波電力のかたちで供給しているため、ワイヤレスタイヤ空気圧センサ50を半永久的に使用することができる。上記の各実施例は動荷重半径比によりタイヤ空気圧を推定する方式であるが、これに限らずオプザーバによりタイヤ空気圧を推定する方式を用いても良い。この場合、図1、図6、図7、図9夫々のマイクロコンピュータ43の代りに図11に示すタイヤ空気圧推定装置を用いる。

【0046】図11において、車輪速センサで検出された車輪速信号はバンドパスフィルタ群110に供給される。ここでは車両の4輪夫々の車輪速信号が所定時間毎に順次切換えられてバンドパスフィルタ群110に供給される。バンドパスフィルタ群110は例えば5個のバンドパスフィルタBPF110₁～110₅より構成されている。このバンドパスフィルタ(BPF)110₁～110₅夫々の通過周波数帯域特性は図12に示す如く互いに異なっている。なお、バンドパスフィルタ(BPF)110₁～110₅夫々の通過周波数帯域は後述するオブザーバ群140内のオブザーバ140₁～140₅夫々に対応している。上記のバンドパスフィルタ110₁～110₅夫々で帯域制限された車輪速信号はオブザーバ選択部120に供給されると共に重み付け回路130に供給される。

【0047】オブザーバ選択部120は端子125から供給されるワイヤレスタイヤ空気圧センサ検出値が大きく変化したとき、バンドパスフィルタ110₁～110₅夫々の出力信号の2乗和演算を各別に行い、得られた5つの2乗和演算値のうちの最大値を探す。そして最大値となった番号*i* (*i*は1～5の整数)に対応する重み付け回路130、150内の乗算器130*i*、150*i*に対して重み係数*k_i*=1を供給し、その他の乗算器130*j*、150*j* (1≤*j*≤5, *j*≠*i*)に対して重み係数*k_j*=0を供給する。

【0048】重み付け回路130はバンドパスフィルタ110₁～110₅夫々の出力信号を各別に供給される乗算器130₁～130₅より構成され、前述の如く、重み係数*k_i*=1の乗算器130*i*だけがバンドパスフィルタ110*i*の出力信号を次段のオブザーバ群140のオブザーバ140*i*に供給する。他の乗算器140*j*

の重み係数*k_j*は0であるため、他のオブザーバ140*j*は無信号である。

【0049】次に、オブザーバ140₁～140₅について説明する。オブザーバ140₁～140₅は、車輪70の図13に示すモデルに基づいて構成されている。車輪70を、慣性モーメント*J_R*のリム側部72と慣性モーメント*J_B*のベルト側部74とがばね定数*K*のねじりばね76により接続されたものとしてモデル化すれば、(2)～(4)の状態方程式が成立し、これによって線形システムが構成される。

【0050】

$$J_R \omega_R' = -K \theta_{RB} + T_1 \dots (2)$$

$$J_B \omega_B' = -K \theta_{RB} - T_d \dots (3)$$

$$\theta_{RB}' = \omega_R - \omega_B \dots (4)$$

ただし、

ω_R : リム側部72の角速度

ω_R' : リム側部72の角加速度

ω_B : ベルト側部74の角速度

ω_B' : ベルト側部74の角加速度

θ_{RB} : リム側部72とベルト側部74とのねじり角

T_1 : 駆動・制動トルク検出位置68により検出される駆動・制動トルク

T_d : 路面からの外乱トルク

なお、実際にはリム側部72とベルト側部74の間にはダンパが存在するが、その影響は比較的小さいため、本実施例においてはその存在が無視されている。

【0051】上記状態方程式をベクトルおよび行列を用いて表わせば(5)式となる。

【0052】

【数1】

$$\begin{bmatrix} \omega_R' \\ \omega_B' \\ \theta_{RB}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -K/J_R \\ 0 & 0 & K/J_B \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/J_R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ -1/J_B \\ 0 \end{bmatrix} T_d \dots (5)$$

【0053】ここで、タイヤ78の空気圧が変化し、ねじりばね76のばね定数が*K*から*K*+ ΔK に変化したときの車輪70の運動は(6)式で表わされる。

$$\begin{bmatrix} \omega_R' \\ \omega_B' \\ \theta_{RB}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -K/J_R \\ 0 & 0 & K/J_B \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/J_R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ -1/J_B \\ 0 \end{bmatrix} T_d + \begin{bmatrix} -\Delta K/J_R \\ K/J_B \\ 0 \end{bmatrix} \theta_{RB} \dots (6)$$

【0055】すなわち、ばね定数*K*が ΔK だけ変化することは正常なタイヤ78に(6)式の右辺の最終項で表わされる外乱が加えられるのと等価である。この外乱にはばね定数*K*の変化量 ΔK の情報が含まれており、か

つ、ばね定数*K*はタイヤ78の空気圧に応じて変化するので、この外乱を推定することによってタイヤの空気圧の変化量を推定することができる。この外乱の推定にオブザーバの手法を用いるのであり、いま路面からのトル

ク T_d をも外乱として扱うことにすれば、推定すべき外乱 w は(7)式で表わされる。

$$[W] = \begin{bmatrix} 0 \\ -1/J_B \\ 0 \end{bmatrix} T_d + \begin{bmatrix} -\Delta K/J_R \\ K/J_B \\ 0 \end{bmatrix} \theta_{RB} \cdots (7)$$

【0057】しかし、理論上、外乱 $[w]$ の中の一つの要素しか推定することができないため、第2要素である w_2 を推定することとする。外乱 w_2 を(8)式で定義

$$w_2 = (-1/J_B) T_d + (\Delta K/J_B) \theta_{RB} \cdots (8)$$

【0058】

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega}_R \\ \dot{\omega}_B \\ \dot{\theta}_{RB} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -K/J_R \\ 0 & 0 & K/J_B \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/J_R \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_1 + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} w_2 \cdots (9)$$

【0059】オブザーバは外乱をシステムの状態変数の一つとして推定するものである。そこで、(8)式の外乱 w_2 をシステムの状態に含めるために、推定すべき外乱のダイナミクスを(10)式で近似する。

$$w_2' = 0 \cdots (10)$$

これは連続して変化する外乱を段階状に近似(零次近似)することを意味し、オブザーバの外乱推定速度を推

$$\begin{bmatrix} \dot{\omega}_R \\ \dot{\omega}_B \\ \dot{\theta}_{RB} \\ \dot{w}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -K/J_R \\ 0 & 0 & K/J_B \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \\ w_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1/J_R \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} T_1 \cdots (11)$$

【0061】(11)式において、 $[\omega_B \ \theta_{RB} \ w_2]^T$ が検出することができない状態となる。従って、このシステムに基づいてオブザーバを構成すれば、外乱 w_2 と元々測定できない状態変数 ω_B 、 θ_{RB} とを推定することができる。記述を簡単にするために、(1

【0056】

【数3】

すれば、車輪70の状態方程式は(9)式のようになるため、この(9)式に基づいてオブザーバを構成する。

【数4】

定すべき外乱の変化に比べて十分速くすれば、この近似は十分に許容される。(10)式より、外乱 w_2 をシステムの状態に含めると(11)式の拡張系が構成される。

【0060】

【数5】

1) 式のベクトルおよび行列を分解して次のように表わすこととする。

【0062】

【数6】

$$\begin{bmatrix} X_a \\ X_b \\ U \\ A_{11} \\ A_{12} \\ A_{21} \\ A_{22} \\ B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \omega_R \\ \omega_B \\ \theta_{RB} \\ w_2 \\ 0 \\ 0 \\ -1 \\ 1/J_R \\ 0 \end{bmatrix}^T$$

【0063】このとき、状態 $[Z] = [\omega_B \ \theta_{RB} \ w_2]^T$ を推定する最小次元オブザーバの構成は

$$\begin{aligned} [Z_p'] &= [A_{21}] [X_a] + [A_{22}] [Z_p] + [B_2] [u] + [G] \{ \\ &[X_a'] - ([A_{11}] [X_a] + [A_{12}] [Z_p] + [B_1] [u]) \} = (\\ &[A_{21}] - [G] [A_{11}]) [X_a] + ([A_{22}] - [G] [A_{12}]) [Z_p] \\ &+ [G] [X_a'] + ([B_2] - [G] [B_1]) [u] \cdots (12) \end{aligned}$$

ただし、

$[Z_p]$: $[Z]$ の推定値

$[Z_p']$: 推定値 $[Z_p]$ の変化率

$[G]$: オブザーバの推定速度を決めるゲイン

$$[e'] = ([A_{22}] - [G][A_{12}])[e] \quad \dots (13)$$

これはオブザーバの推定特性を表わしており、行列 $([A_{22}] - [G][A_{12}])$ の固有値がすなわちオブザーバの極となる。従って、この固有値が s 平面の左半面において原点から離れるほどオブザーバの推定速度が速くなる。オブザーバゲイン $[G]$ は希望の推定速度になるように決定すればよい。

【0065】なお、以上は、外乱 w_2 が前記(8)式、すなわち $w_2 = (1/J_B)T_d + (\Delta K/J_B)\theta_{RB}$ で表わされるものとして、オブザーバのうち、ねじりばね76のばね定数 K が ΔK 変化した場合の外乱 w_2 を推定する部分の構成を説明したが、オブザーバの、ベルト側部74の慣性モーメント J_B が $J_B + \Delta J_B$ に変化した場合、ならびにリム側部72の慣性モーメント J_R が $J_R + \Delta J_R$ に変化した場合の外乱をそれぞれ推定する部分も同様にして構成することができる。

【0066】オブザーバ群140内の複数のオブザーバ1401~1405 夫々はラジアルタイヤ、スタッドレスタイヤ等のタイヤ種別、及びタイヤ幅や扁平率のタイヤ形状等が異なるタイヤ夫々に対応したタイヤモデルで作成されている。このように、タイヤ種別やタイヤ形状が異なると、車輪速信号のタイヤ振動の共振周波数は異なる値となる。タイヤ空気圧の変化による上記共振周波数の変移はタイヤ種別やタイヤ形状の異なりによる共振周波数の異なりに比べると小さい値であり、オブザーバ1401~1405 夫々が解析する車輪速信号のタイヤ振動の共振周波数は図14(A)~(E) 夫々の実線11~15に示す如くなる。これに対応してバンドパスフィルタ1101~1105 夫々の通過周波数帯域は実線111~115に示すように設定されている。

【0067】このため、タイヤ交換時にバンドパスフィルタ1101~1105 夫々で帯域制限された信号の2乗和を演算すると、交換により装着されたタイヤの共振周波数が含まれる信号帯域の2乗和の値が最大となり、この共振周波数を含む帯域の信号だけが対応するオブザーバ140iに供給され演算が行われる。他のオブザーバ140jについては無信号であるため演算は行われない。

【0068】上記のオブザーバ140i 出力はオブザーバ選択部120によって重み係数 $k_i = 1$ とされた重み付け回路150の乗算器150iを通して空気圧推定部160に供給する。重み付け回路150の他の乗算器150jは重み係数 $k_j = 0$ であるため信号の出力はない。空気圧推定部160はオブザーバ140iの出力信号を演算してタイヤ空気圧の推定を行う。

【0069】図15はタイヤ空気圧推定装置の実行する

また、真値 $[Z]$ と推定値 $[Z_p]$ との誤差 $[e]$ を $[e] = [Z] - [Z_p]$ とおき、誤差 $[e]$ の変化率を $[e']$ とすると、(13)式の関係を得る。

【0064】

処理のフローチャートを示す。同図中、ステップS60でワイヤレスタイヤ空気圧センサ30から検出値の通信があったか否かを判別し、通信があればステップS60に進み、前回の検出値と今回の検出値との間に閾値を超える著しい差があるか否かを判別して、著しい差があればステップS64に進む。

【0070】ステップS64の初期化ルーチンでは、バンドパスフィルタ1101~1105 夫々の出力信号の2乗和演算を各別に行い、得られた5つの2乗和演算値のうちの最大値を探す。そして最大値となった番号 i に対応する、重み付け回路130、150内の乗算器130i、150iに対して重み係数 $k_i = 1$ を供給し、その他の乗算器130j、150jに対して重み係数 $k_j = 0$ を供給する。次にステップS66でワイヤレスタイヤ空気圧センサ30の検出値を更新して格納し、ステップS60に進む。

【0071】一方、ステップS60で通信がない場合、又はステップS62で差が閾値より小さい場合にはステップS68に進み、初期化ルーチンで選択したオブザーバ140iを用いてタイヤ空気圧の推定を行う。次にステップS70の警報ルーチンでタイヤ空気圧の推定値を所定の閾値と比較して空気圧低下判定を行い、空気圧低下判定がなされた場合に警報を行い、ステップS60に進む。

【0072】

【発明の効果】上述の如く、請求項1に記載の発明は、車両の全輪に設けられ各車輪の車輪速を検出する車輪速検出手段と、少なくとも1つの車輪に設けられ、そのタイヤ空気圧を検出し、タイヤ空気圧の発信信号を送信する送信手段と、受信された前記発信信号からタイヤ空気圧を得る受信手段と、前記車輪速検出手段よりの全輪の車輪速と、受信手段よりのタイヤ空気圧とを用いて全輪のタイヤ空気圧状態を判定する判定手段とを有するタイヤ空気圧検出装置において、前記車輪速検出手段で検出した車輪速を前記判定手段に供給する信号配線をアンテナとして前記発信信号を受信すると共に、前記信号配線から前記受信された発信信号を取り出して前記受信手段に供給する抽出手段を有する。

【0073】このように、タイヤ空気圧の発信信号は車輪速の信号配線をアンテナとして受信され、この信号配線を通して受信手段に供給されるため、車体側の車輪近傍に受信器を配設する必要がなく、車両搭載性が向上する。また、請求項2に記載の発明は、請求項1記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記抽出手段を、全輪の車輪速検出手段夫々の信号配線に設ける。

【0074】これにより、車輪のローテーションを行って、送信手段を設けた車輪がどの位置になっても、上記タイヤ空気圧の発信信号を受信できる。また、請求項3に記載の発明は、請求項2記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記全輪の信号配線夫々に設けられた抽出手段のうちいずれか1つの抽出手段の出力する発信信号を選択して前記受信手段に供給する選択手段を有する。

【0075】このため、送信手段を設けた車輪がどの位置であっても、タイヤ空気圧の発信信号を受信できると共に、その位置が自動的に認識可能となる。また、請求項4に記載の発明は、請求項1乃至3記載のタイヤ空気圧検出装置において、前記送信手段に設けられ、受信した高周波電力を受信して電源を蓄える高周波電力受信手段と、前記信号配線をアンテナとして所定期間に前記送信手段に高周波電力を送信する高周波電力送信手段とを有する。

【0076】このため、送信手段に対して、その電源をワイヤレスで供給でき、送信手段を半永久的に使用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成図である。

【図2】ワイヤレスタイヤ空気圧センサのブロック図である。

【図3】発信信号の情報フレームフォーマットを示す図である。

【図4】タイヤ空気圧警報処理のフローチャートである。

【図5】警報処理のフローチャートである。

【図6】本発明の構成図である。

【図7】本発明の構成図である。

【図8】マルチプレクサの切り換えタイミングを説明するための図である。

【図9】本発明の構成図である。

【図10】ワイヤレスタイヤ空気圧センサのブロック図である。

【図11】タイヤ空気圧推定装置のブロック図である。

【図12】バンドパスフィルタの特性図である。

【図13】オブザーバ選択部のブロック図である。

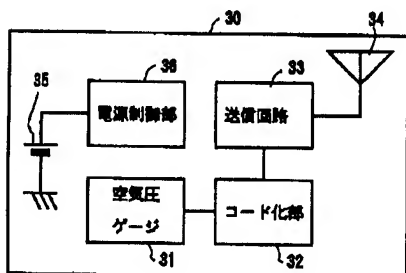
【図14】車輪の力学モデルを示す図である。

【図15】タイヤ空気圧推定装置の実行する処理のフローチャートである。

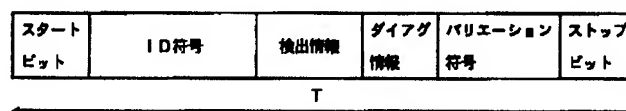
【符号の説明】

- 11～14 車輪
- 15～18 ロータ
- 19～22 車輪速センサ
- 23a～23d ワイヤハーネス
- 25, 45, 47, 49 ECU
- 30, 50 ワイヤレスタイヤ空気圧センサ
- 31 空気圧ゲージ
- 32 コード化部
- 33 送信回路
- 34, 51 アンテナ
- 35 直流電源
- 36, 53 電源制御部
- 41 バッファ回路
- 42 高周波受信回路
- 43 マイクロコンピュータ
- 48 マルチプレクサ
- 52 受信検波回路
- 55 スイッチ
- 110 バンドパスフィルタ群
- 120 オブザーバ選択部
- 130, 150 重み付け回路
- 140 オブザーバ群
- 160 空気圧推定部

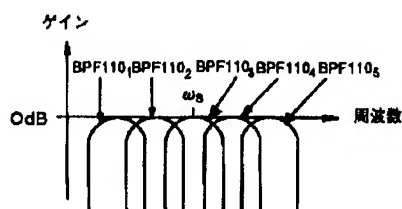
【図2】



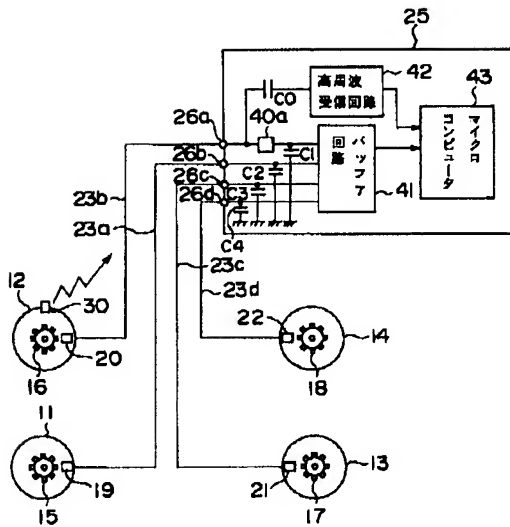
【図3】



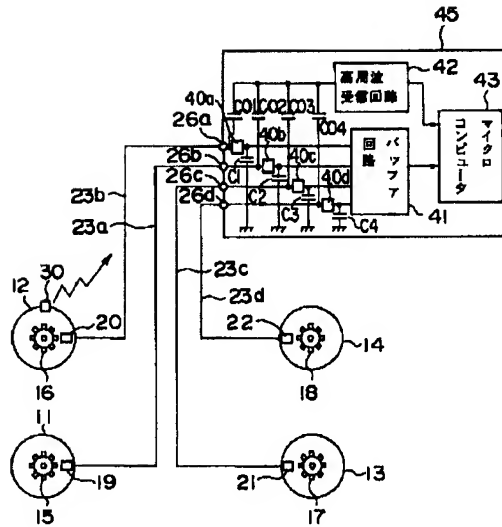
【図12】



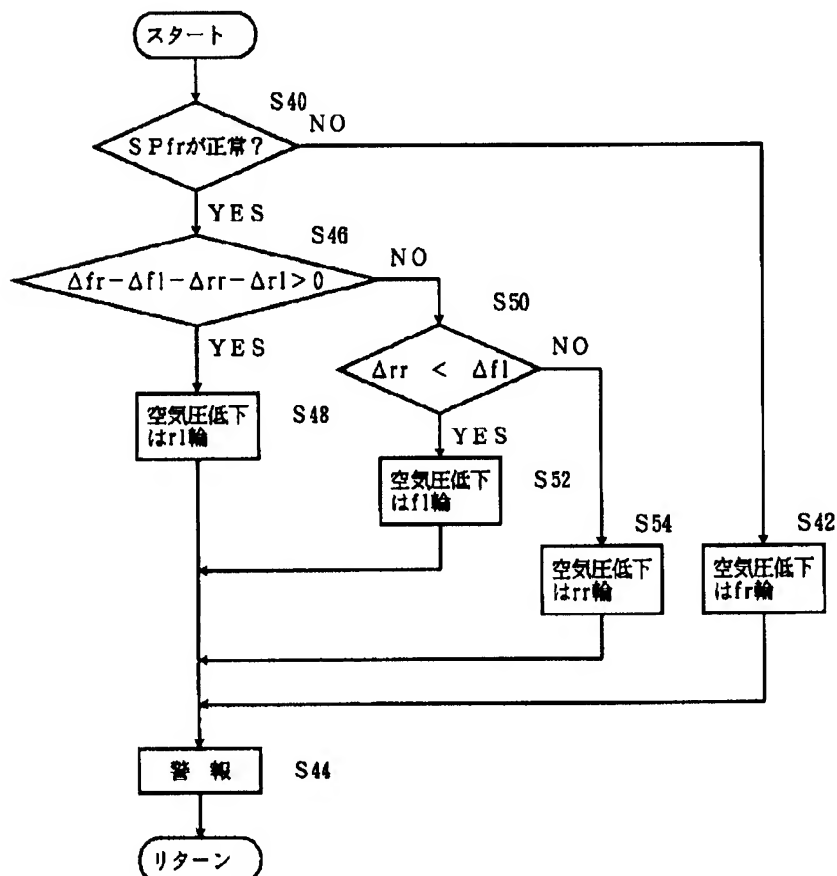
【図1】



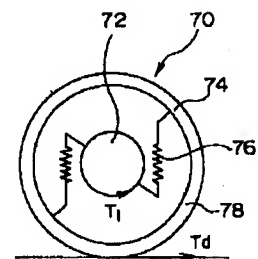
【図6】



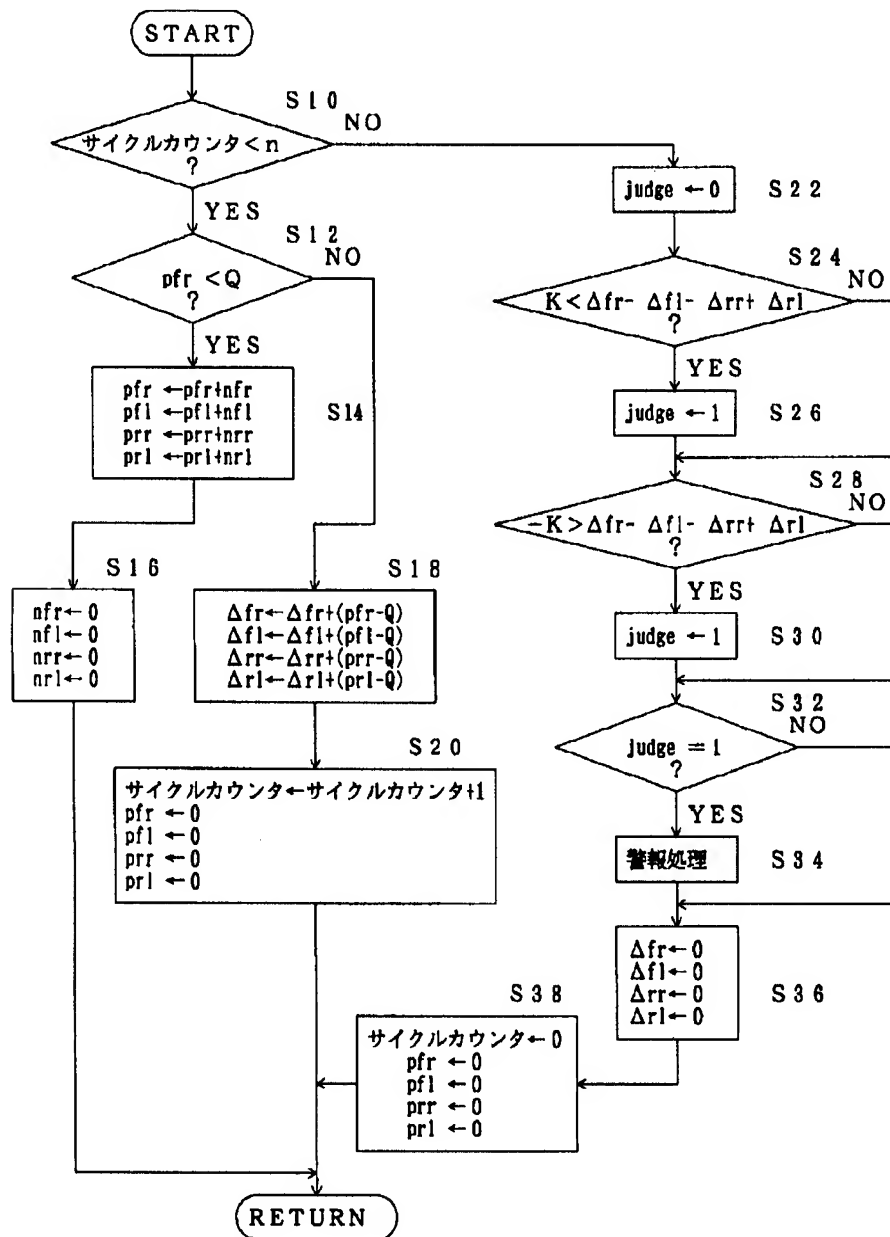
【図5】



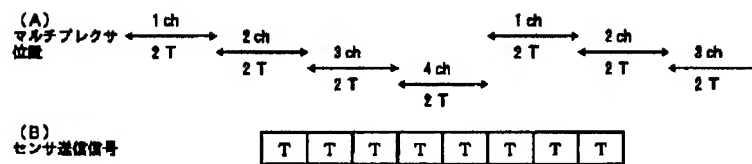
【図13】



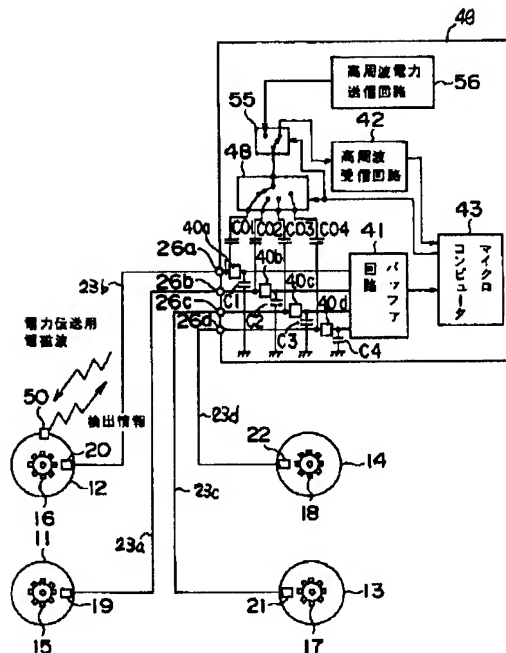
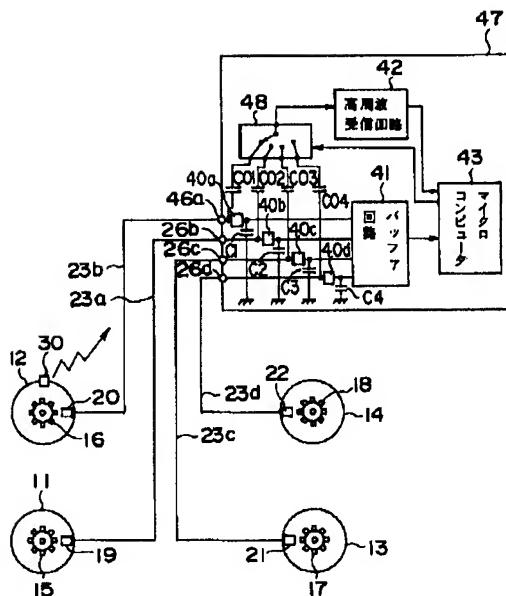
【図4】



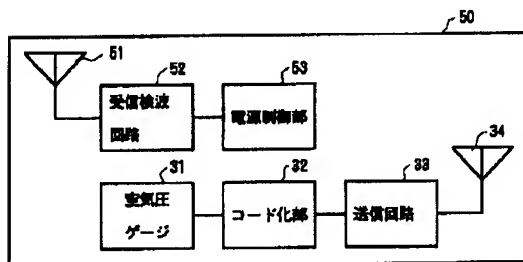
【図8】



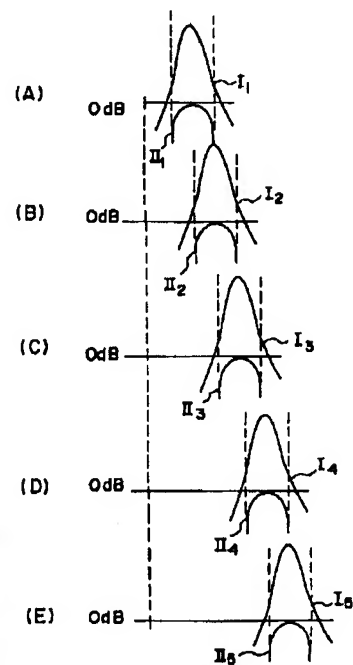
【图9】



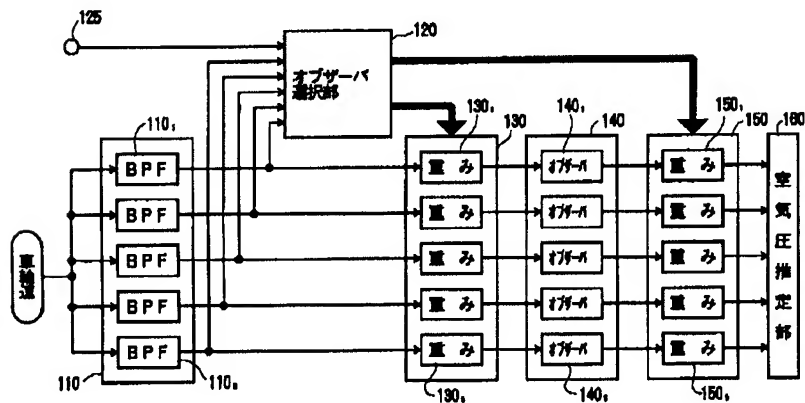
【図 10】



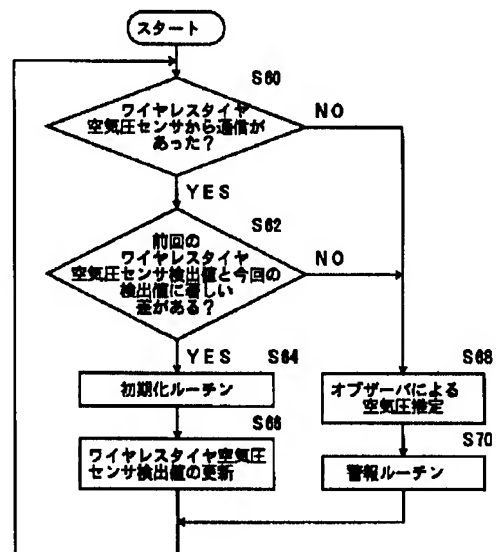
【图 14】



【图 1-1】



【図15】



フロントページの続き

(72) 発明者 澤藤 和則
 岐阜県安八郡神戸町1300-1 太平洋工業
 株式会社北大垣工場内